



Original Paper

<http://ajol.info/index.php/ijbcs>

<http://indexmedicus.afro.who.int>

Effets de deux aliments locaux extrudés contenant les tourteaux de coton et de coprah sur les performances de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) élevé en étang (Côte d'Ivoire)

Kouamé Richmond N'ZUE*, Yacouba BAMBA, Kouadio Jean-Luc BROU,
Allassane OUATTARA et Germain GOURENE

*Laboratoire d'Environnement et de Biologie Aquatique (LEBA), UFR des Sciences et Gestion de
l'Environnement, Université Nangui Abrogoua, 02 BP 801 Abidjan 02, Côte d'Ivoire.*

**Auteur correspondant, E-mail : nzu kouame93@gmail.com; Tel : (+225) 0757215605.*

Received: 05-08-2022

Accepted: 19-11-2022

Published: 31-12-2022

RESUME

L'alimentation des poissons est l'une des contraintes majeures du développement de la pisciculture tropicale. Pour améliorer la croissance du tilapia d'élevage, et surtout réduire les coûts de production, une étude d'alimentation a été menée à la Société Agro-Piscicole de la Mé (Côte d'Ivoire) en 2021. Cette étude a consisté à évaluer les effets de deux aliments locaux extrudés (ACOT et ACOP) et d'un aliment extrudé importé (Le Gouessant) servant de référence (AR) sur les performances zootechniques d'*Oreochromis niloticus* et leurs ratios coût-bénéfice. Les compositions de base des aliments locaux étaient : ACOP (tourteaux de coprah et soja, sons de riz et blé) et ACOT (tourteaux de coton et soja, sons de riz et blé). Les poissons expérimentaux (51,72 g) étaient nourris à 9 h, 11 h et 15 h. Trois étangs par traitement alimentaire ont été utilisés (densité de stockage : 2 poissons/m²). Après 180 jours de nourrissage, les meilleurs indices de conversion alimentaire (2,06) et croissance journalière (3,24 g/j) ont été obtenus avec AR, suivi de ACOT (2,22 et 2,98 g/j, respectivement). Les lipides corporels (10%) chez les poissons nourris avec AR étaient plus élevés que ceux de ACOT (8,9%) et ACOP (6,1%). Comparés à AR, des taux de réduction respectifs d'environ 76% (coûts de revient des aliments) puis 72 et 75% (coûts d'alimentation par unité de gain de poids) (ACOP et ACOT, respectivement) ont été obtenus. La présente étude a montré qu'une meilleure utilisation des sous-produits agricoles locaux dans l'alimentation du tilapia peut réduire le coût de production et améliorer la production et la rentabilité.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Mots clés : *Oreochromis niloticus*, alimentation, tourteau de coton, tourteau de coprah, extrusion, croissance.

Effects of two practical extruded diets containing cottonseed oil cake and coconut oil cake on the growth performance of tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) reared in pond Ivory Coast

ABSTRACT

Fish feeding is one of the major constraints of tropical fish farming development. To improve the growth of farmed tilapia, and above all reduce production costs, a feeding trial was conducted at the Société Agro-Piscicole de la Mé (Côte d'Ivoire) in 2021. This trial has consisted to assess the effects of two extruded practical

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

9180-IJBACS

DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v16i6.24>

diets (ACOT and ACOP) and an imported extruded diet (Le Gouessant) (as reference AR) on the zootechnical performances of *Oreochromis niloticus* and their cost-benefit. The basic compositions of practical diets were: ACOP (soybean oil cake, coconut oil cake, rice bran and wheat bran) and ACOT (soybean oil cake, cottonseeds oil cake, rice bran and wheat bran). The experimental fish (51.72 g) were fed three times daily (9h, 11h and 15h). Three replicate ponds were assigned to each of the dietary treatments (stocking density: 2 fish/m²). After 180-day feeding, the best feed conversion ratio (2.06) and daily growth (3.24 g/d) were obtained with the diet AR, followed by the diet ACOT (2.22 and 2.98 g/d, respectively). Fat deposition (10%) was higher in fish reared on diet AR compared to those of fish reared on the practical diets ACOT (8.9%) and ACOP (6.1%). Compared to AR, diets ACOP and ACOT reduced the feed cost price by 76% and cost of feeding per unit of weight gain by 72% and 75%, respectively. This study has showed that, best use of local agricultural by-products in tilapia feeding can reduce the cost of production and improve farm production and the profitability.

© 2022 International Formulae Group. All rights reserved.

Keywords: *Oreochromis niloticus*, feeding, cottonseed oil cake, coconut oil cake, extrusion, growth.

INTRODUCTION

La présence sur le marché ivoirien des tilapias issus de la pisciculture locale et de l'importation crée une compétition entre ces deux types de tilapia (MIRAH, 2014 ; Coulibaly et al., 2019). Cette concurrence observée se situe au niveau de la taille et des prix de vente pratiqués (Oswald et Mikolasek, 2016 ; Sodjinou et al., 2016). Des études réalisées (MIRAH, 2014 ; Coulibaly et al., 2019) montrent que la demande en poisson de poids comprise entre 300 et 500 g est forte sur le marché. Le tilapia *O. niloticus* en provenance de la chine pèse 300 à 500 g avec un prix de vente du kilogramme de 1500 F CFA. En revanche, le tilapia du Nil issu de la pisciculture locale pèse 250 g à 300 g avec des prix de vente respectifs au kilogramme de 1500 F CFA et 2500 F CFA (Amian et al., 2017 ; Coulibaly et al., 2019). Le faible niveau de croissance du tilapia de la pisciculture locale est lié aux facteurs tels que, (i) l'indisponibilité d'aliments locaux de qualité, (ii) la difficulté d'approvisionnement en aliments importés, et surtout, (iii) leurs coûts élevés (MIRAH, 2014 ; Yao et al., 2016 ; FAO, 2018). Pour Fiogbe et al. (2009), Bamba et al. (2014), l'utilisation importante de la farine de poisson dans les aliments comme principale source de protéines constitue le premier facteur du coût élevé de la production aquacole. Pour pallier cette difficulté, Zhao et al. (2007) recommandent l'utilisation des sous-produits agricoles pour nourrir les poissons. Selon cette source, la valorisation de ces sous-produits agricoles

dans l'alimentation des poissons peut réduire les coûts de production tout en améliorant la rentabilité des exploitations. Toutefois, certains auteurs (Francis et al., 2001 ; NRC, 2011) ont indiqué que l'emploi des sous-produits végétaux bruts entraîne de faibles performances de croissance chez les poissons. Et ceci, en raison des niveaux élevés de fibres non digestibles et d'importantes pertes alimentaires. Pour surmonter ces contraintes, l'utilisation de la technologie de l'extrusion est fortement recommandée (Chevanan et al., 2005 ; Feng et Lee, 2014 ; Sarr et al., 2015). Ces auteurs ont rapporté que l'extrusion rehausse les performances de l'aliment tout en améliorant les performances de croissance des poissons et la production piscicole. Jusqu'à ce jour, les études portant sur l'utilisation des aliments locaux extrudés dans l'alimentation du tilapia du Nil sont très rares en Afrique subsaharienne, et particulièrement en Côte d'Ivoire. La seule étude existante à notre connaissance est celle de Brou et al. (2020) réalisée uniquement avec des sons de blé et de riz. Il s'avère donc nécessaire de tester dans l'alimentation du tilapia des aliments locaux extrudés peu onéreux contenant plusieurs sous-produits agricoles. Dans l'optique de contribuer à diminuer les coûts de production en minimisant l'alimentation de *O. niloticus* et de le rendre plus concurrentiel face au tilapia importé, la présente étude compare deux types d'aliments locaux extrudés contenant les tourteaux de coton et de coprah à un autre aliment extrudé importé de Vietnam, distribués

à des juvéniles de tilapias *O. niloticus*. Un éventuel gain économique des formules testées a été évalué.

MATERIEL ET METHODES

Infrastructures d'élevage et poissons expérimentaux

Les essais ont été réalisés en Côte d'Ivoire à la ferme piscicole de la Société Agro-Piscicole de la Mé située à 6°09'06''N et 3°44'32''O au Sud-est de la Côte d'Ivoire à environ 80 kilomètres d'Abidjan. Cette société est située dans le département d'Adzopé sur l'axe routier Adzopé-Yakassé Attobrou. Les expérimentations ont été conduites dans 9 étangs de 2000 m² de surface chacune, soit trois étangs par traitement alimentaires. Ces étangs avaient une profondeur de 1 m à l'arrivée d'eau dans les structures d'élevage et 1,80 m au moins. Toutes ces structures étaient dotées d'un système de renouvellement d'eau et étaient alimentées par gravité à partir d'un barrage de retenue d'eau de 9 hectares.

Les poissons utilisés pour l'expérience étaient des juvéniles de tilapia *Oreochromis niloticus* (51,72 ± 1,06 g). Ces poissons ont été produits sur place à la ferme de la Société Agro-Piscicole de la Mé (SAP de la Mé). Ils étaient issus d'un stock de fingerlings progressifs pour atteindre au moins 50 g en vue de les nourrir avec des aliments granulés. Le prédateur *Hemichromis fasciatus* (Peters, 1857), d'un poids moyen de 20 ± 1,5 g a été ajouté à chaque élevage à raison de 5% de l'effectif d'*O. niloticus* (Bamba et al., 2017). Ce prédateur était destiné à éliminer les alevins issus des femelles présentes par erreur de sexage.

Aliments expérimentaux et préparation

Deux aliments locaux dénommés ACOP et ACOT et un aliment industriel importé servant de référence (AR) ont été utilisés. Les aliments expérimentaux utilisés étaient tous extrudés de type granulé flottant. Les matières premières entrant dans la composition des aliments locaux étaient constituées de son de riz et de son de blé, des tourteaux de coprah et soja, de l'huile végétale, du sel de cuisine, de la farine de coquille et de

prémix. Ces ingrédients utilisés ont été achetés auprès des fournisseurs locaux. Les aliments locaux se distinguent dans leur composition par un ingrédient (tourteau de coton pour l'aliment ACOT et tourteau de coprah pour l'aliment ACOP). Pour ce qui concerne l'aliment de référence (AR), c'est un produit importé (Le Gouessant) qui contient 32% de protéines. Il est constitué essentiellement selon le fabricant de blé, tourteau de soja, tourteau de colza, l'huile de colza, protéine animale hydrolysée, farine et huile de poisson et du mélange vitaminique (information inscrite sur le sac). Les compositions des aliments locaux étaient les suivantes :

- **Aliment 1 (ACOT)** : Tourteaux de coprah et soja, sons de riz et blé, huile végétale, sel de cuisine, farine de coquille et de prémix ;
- **Aliment 2 (ACOP)** : Tourteaux de coton et soja, sons de riz et blé, huile végétale, sel de cuisine, farine de coquille et de prémix.

Pour la fabrication des aliments locaux, les intrants bruts ont été finement broyés à l'aide d'un broyeur à marteau de fabrication locale muni d'un tamis en acier inoxydable ayant des mailles de 1,5 mm d'ouverture (Figure 1A). Pour chacun des aliments locaux, les ingrédients ont été pesés et mélangés pendant 30 minutes jusqu'à l'obtention d'un produit homogène au moyen d'un mélangeur de fabrication locale de capacité 500 kg (Figure 1B). Les deux aliments locaux (ACOP et ACOT) ont été d'abord élaborés sous la forme pulvérulente. Ensuite, ils ont été tamisés finement au moyen d'un tamis de 1,5 mm de maille (Figure 1C) et transformés en granulés extrudés flottants à l'aide d'une extrudeuse monovis (Henan Bedo Machinery, DGP-80) (Figure 1D). Le processus d'extrusion a consisté d'abord à ajouter à chacun des aliments à l'état pulvérulent une proportion d'eau de 20 à 30% du poids sec du mélange qui, introduit dans l'extrudeuse (Henan Bedo Machinery DGP-80), donne des granulés extrudés flottants de 3 mm de diamètre. La température d'extrusion a été maintenue à 140°C avec un débit d'alimentation allant de 3,3 à 3,6 kg/mn. Les granulés obtenus ont été séchés au soleil à la température ambiante durant deux jours, conditionnés dans des sacs

de 50 kg, puis stockés sur des palettes en bois. Le Tableau 1 présente la composition bromatologique des aliments expérimentaux. Les analyses bromatologiques ont été effectuées par « Techna nutrition » de France.

Procédure expérimentale

Les essais ont consisté à donner pendant 180 jours les aliments expérimentaux aux juvéniles mâles de tilapia *Oreochromis niloticus* pesant en moyenne $51,72 \pm 1,06$ g. Deux cycles de production ont été réalisés. Pour l'empeisonnement des étangs, les poissons ont été comptés par lots de 100, puis pesés. Plusieurs pesées ont été effectuées pour atteindre la densité de mise en charge de 2 poissons/m². En outre, 50 poissons issus de chacun des étangs ont fait l'objet de prise de poids individuel. Cette pesée de poids individuel a été faite pour déterminer la variabilité du poids en début d'expérimentation. Les poissons ont été répartis aléatoirement dans 9 étangs. Les rations quotidiennes ont été servies manuellement en trois repas (9 h, 11 h et 15 h). La ration journalière a été de 4% du poids initial le premier mois. Ensuite, du deuxième au sixième mois d'élevage, les poissons ont été nourris à 3% de leur poids total vif (Bamba et al., 2014). Des contrôles mensuels de croissance pondérale ont été effectués sur un échantillon de 15% de la population élevée dans chaque étang. Les rations journalières ont été réajustées après chaque pêche de contrôle. A l'issue du 180^{ème} jour d'élevage (fin d'expérience), 50 individus par étang ont été prélevés (150 par traitement), ensuite ils ont fait l'objet de prise de poids individuel (Bamba et al., 2014) pour les analyses statistiques de comparaison. A partir de ces données, différents paramètres de performances zootechniques et le ratio coût-efficacité des aliments ont été évalués. En outre, tous les étangs ont été vidés de leur contenu pour évaluer la production piscicole et la survie.

Qualité de l'eau

Le suivi de la qualité des eaux a consisté à faire des relevés de la température, pH, oxygène dissous et de la transparence *in situ*

toutes les semaines entre 6 et 7 h. Un multi-paramètre portable de Modèle « HANDY POLARIS » a été utilisé pour déterminer simultanément les valeurs de la température en degrés Celsius et l'oxygène dissous en mg/L. Le pH a été mesuré à l'aide d'un pH-mètre de modèle « VOLTCRAFT pH-100 ATC ». La transparence (cm) a été mesurée à l'aide d'un disque de Secchi.

Evaluation économique

Une analyse économique a été réalisée sur la base des résultats de notre expérience. Elle a été effectuée pour déterminer le profit que génère l'utilisation des aliments expérimentaux. Cette analyse réalisée n'a concerné que les coûts de revient du kilogramme des aliments et les coûts de nourrissage pour produire une unité (1 kg) de gain de poids. L'estimation du prix de revient des aliments locaux a été fondée sur le prix local de vente des intrants pratiqué par les providiers au moment de l'étude. En outre, les coûts de transport, de conditionnement des intrants et de la fabrication des aliments ont été intégrés. Quant à l'aliment de référence, le prix de revient se rapporte au prix d'achat et de transport. Par ailleurs, les taux de réduction relatifs à ces coûts par rapport à ceux de l'aliment de référence (AR) ont été évalués.

Echantillonnage et analyse chimique des poissons

Pour les analyses de la composition chimique du poisson avant le début des expérimentations, 20 poissons ont été échantillonnés dans le stock initial de poissons. A l'issue de 180 jours d'essai, 15 poissons par traitement alimentaire ont été prélevés pour analyse de la composition chimique, soit 5 poissons par étang. Les poissons ont été sacrifiés en diminuant progressivement la température du corps dans un congélateur. Ensuite broyés en une pâte homogène pour l'analyse chimique. Les protéines brutes, lipides, cendres totales et l'humidité ont été déterminés conformément à la méthode standard (AOAC, 2003). La matière sèche a été déterminée après séchage à l'étuve à 105°C jusqu'à l'obtention d'un poids constant. Les

protéines brutes (N x 6,25) ont été évaluées par la méthode de Kjeldhal après digestion acide. Les lipides ont été extraits par l'éther à l'appareil de Soxhlet. Les cendres ont été déterminées après incinération complète de l'échantillon dans un four à moufle à 550°C pendant 24 h.

Paramètres étudiés

Plusieurs paramètres ont été calculés en vue de faire une comparaison entre les aliments administrés aux poissons conformément à Bamba et al. (2014).

Paramètres de croissance, production et d'utilisation des aliments

- Gain de poids (Gp, g) = poids final (g) - poids initial (g) ;

- Gain de poids quotidien (Gpj, g/j) = (poids final (g) - poids initial (g)) / durée d'élevage ;

- Taux de croissance spécifique (TCS, %/jour) = $100 \times [\text{Ln}(\text{poids final}) - \text{Ln}(\text{poids initial})] / \text{durée d'élevage}$;

- Taux de survie (TS, %) = $100 \times (\text{nombre final de poisson} / \text{nombre initial de poissons})$;

- Rendements (Rdt) (Kg/ha/an) = Biomasse nette (Kg) \times 365 / durée du nourrissage (j) \times superficies (ha) ;

- Indice de conversion alimentaire (IC) = Quantité d'aliment sec distribuée / Gain de poids frais ;

- Coefficient d'efficacité protéique (CEP) = gain de poids frais / protéines ingérées ;

- Hydrates de carbone (extractif non azoté) (%) = $100 - (\% \text{ d'humidité} + \% \text{ protéines brutes} + \% \text{ matières grasses brutes} + \% \text{ fibres} + \% \text{ teneur de cendres})$;

- Energie Métabolisable (EM, MJ/kg de MS) = $3,95 + [0,0544 \times \% \text{ lipides}] - [0,0887 \times \% \text{ fibres}] - [0,0408 \times \% \text{ cendres}]$.

Paramètres économiques

- Coût lié au nourrissage par unité de gain de poids = Coût de revient d'un (1) kg d'aliment \times IC, où IC est l'indice de conversion alimentaire ;

- Taux de réduction du coût des aliments locaux comparé aux régimes de référence (%) = $100 \times ([\text{coût de l'aliment (y) de référence} - \text{coût de l'aliment (z) local}] / [\text{coût de l'aliment (y) de référence}])$.

Analyses statistiques des données

Les effets des aliments sur la qualité de l'eau et sur les paramètres zootechniques ont été évalués. Les analyses statistiques des variables mesurées ont été effectuées avec le logiciel SPSS, version « IBM SPSS Statistics 20 ». Le test de Kolmogorov - Smirnov a d'abord été appliqué pour vérifier l'homogénéité des variances et la normalité de la distribution des données. Ces données ont été ensuite soumises à l'analyse de variance à deux facteurs (ANOVA 2) (régimes expérimentaux et étangs). Le test de Tukey (test HSD de Tukey) a été utilisé pour comparer les moyennes au seuil de 5% au niveau des différents traitements alimentaires.

Tableau 1 : Composition biochimique et en acides aminés essentiels des aliments expérimentaux.

Composition (%)	Traitement alimentaire			Besoin en acides aminés essentiels*
	ACOP	ACOT	AR	
Matière sèche	82,89	82,02	96,7	
Protéine brute	26,97	27	32	
Lipides	5,46	8,66	9	
Fibres	9,83	8,12	4	
Cendres	5,06	5,08	5,72	
Extractif non azoté (%)	36,57	33,16	45,98	

Energie métabolisable (MJ/kg de MS)	3,26	3,49	3,85	
Composition en acides aminés essentiels (en % de protéine)				
Arginine	9,39	7,73	5,9	4,2
Lysine	3,90	4,61	4,85	5,12
Méthionine	2,20	2,16	3,2	2,8
Histidine	2,72	2,55	1,9	1,7
Phénylalanine	3,79	4,56	4,2	3,8
Tyrosine	2,55	3,22	3,5	3,75
Leucine	6,28	6,35	4,2	3,4
Isoleucine	4,90	4,07	3,75	3,1
Valine	4,41	4,67	3,4	2,8
Tryptophane			2	1
Thréonine	3,71	3,28		
Rapports de certains acides aminés				
Arginine/lysine	2,41	1,68	1,22	0,82

ACOT : Tourteaux de coprah et soja, sons de riz et blé, huile végétale, sel de cuisine, farine de coquille et de prémix ; ACOP : Tourteaux de coton et soja, sons de riz et blé, huile végétale, sel de cuisine, farine de coquille et de prémix ; (AR) : indiqué par le fabricant industriel a été constitué essentiellement de blé, tourteau de soja, tourteau de colza, huile de colza, protéine animale hydrolysée, farine et huile de poisson, de gluten et mélange vitaminique. * Besoin en acides aminés essentiels (AAE) selon NRC, 2011.



Figure 1 : Présentation de l'unité de production utilisée pour la mise au point des aliments locaux extrudés. A : broyeur (fabrication locale) ; B : Mélangeur (fabrication locale) ; C : Tamis (fabrication locale) ; D : Extrudeuse monovis (Henan Bedo Machinery DGP-80).

RESULTATS

Qualité de l'eau

La température a été relativement élevée dans tous les étangs pendant tous les essais avec des valeurs moyennes comprises entre $27,7 \pm 0,40^\circ\text{C}$ et $28,4 \pm 0,1^\circ\text{C}$. Les valeurs moyennes d'oxygène dissous obtenues vont de $3,81 \pm 0,2 \text{ mg/L}$ à $4,9 \pm 0,1 \text{ mg/L}$. Pour ce qui est des valeurs moyennes de pH, elles ont varié de $7,1 \pm 0,7$ à $7,6 \pm 1$. Quant à la transparence, les valeurs moyennes calculées ont été comprises entre $26,4 \pm 0,62 \text{ cm}$ et $29,75 \pm 0,33 \text{ cm}$.

Evolution du poids moyen mensuel des poissons

L'évolution du poids moyen du tilapia *O. niloticus* nourri avec trois aliments expérimentaux (ACOP, ACOT et AR) est illustrée par la Figure 2. Les courbes de poids moyens mensuels ont gardé une allure ascendante durant toute l'expérience. Les profils des trois aliments expérimentaux sont similaires pendant les 30 premiers jours. Au-delà de cette période, les poissons nourris avec l'aliment importé AR ont présenté des poids moyens supérieurs à ceux des poissons ayant reçu les aliments locaux (ACOP et ACOT) jusqu'à la fin de l'expérience. De même, les poissons nourris à l'aliment ACOT ont montré un meilleur profil de poids moyen à celui des lots ayant reçu le régime ACOP et qui se maintient jusqu'à la fin de l'expérience.

Paramètres zootechniques

Les résultats des paramètres de croissance [poids moyen final (Pmf), gain de poids journalier (GPj), taux de croissance spécifique (TCS)], d'utilisation des aliments [indice de conversion alimentaire (IC), coefficient d'efficacité protéique (CEP)] et de production [taux de survie (Ts), rendement (Rdt)] sont présentés dans le Tableau 2. L'analyse de variance effectuée sur les différents paramètres zootechniques n'a pas révélée de différence significative ($p > 0,05$) entre les répétitions. En revanche, cette même analyse indique une différence significative ($p < 0,05$) entre les différents traitements alimentaires. A l'issue des 180 jours d'essai, le

poids moyen final (Pmf) le plus élevé ($634,72 \pm 86,42 \text{ g}$) est enregistré chez les lots nourris avec l'aliment de référence AR (Le Gouessant) suivi des lots ayant reçu l'aliment ACOT ($588,41 \pm 48,62 \text{ g}$). Les valeurs moyennes du gain journalier de poids (GPj) correspondantes ont été de $3,24 \pm 0,48 \text{ g/j}$ (AR) et $2,98 \pm 0,27 \text{ g/j}$ (ACOT). Les lots nourris à l'aliment ACOP se sont caractérisés par de faibles performances de croissance par rapport aux deux autres. Les valeurs moyennes des taux de croissance spécifique (TCS) calculées vont de $1,31 \pm 0,05 \text{ \%/j}$ à $1,39 \pm 0,07 \text{ \%/j}$, respectivement pour ACOP et AR. L'indice de conversion alimentaire était significativement plus élevé ($p < 0,05$) avec ACOP ($2,42 \pm 0,32$) comparativement à ACOT ($2,22 \pm 0,24$) et AR ($2,06 \pm 0,30$). L'analyse de variance montre qu'il existe des différences significatives au niveau du Pmf, GPj, TCS, IC et le CEP des trois types d'aliment ($p < 0,05$). Les performances zootechniques étaient significativement meilleures ($p < 0,05$) avec AR, suivi de ACOT. De même, la plus forte production ($18\,442 \text{ kg/ha/an}$) a été obtenue avec AR suivie de ACOT ($17\,422 \text{ kg/ha/an}$). Toutefois, au niveau de la survie, les valeurs obtenues ont été comprises entre 78% (AR) et 81% (ACOP) et ont varié faiblement ($p > 0,05$) entre les traitements alimentaires.

Composition chimique des poissons expérimentaux

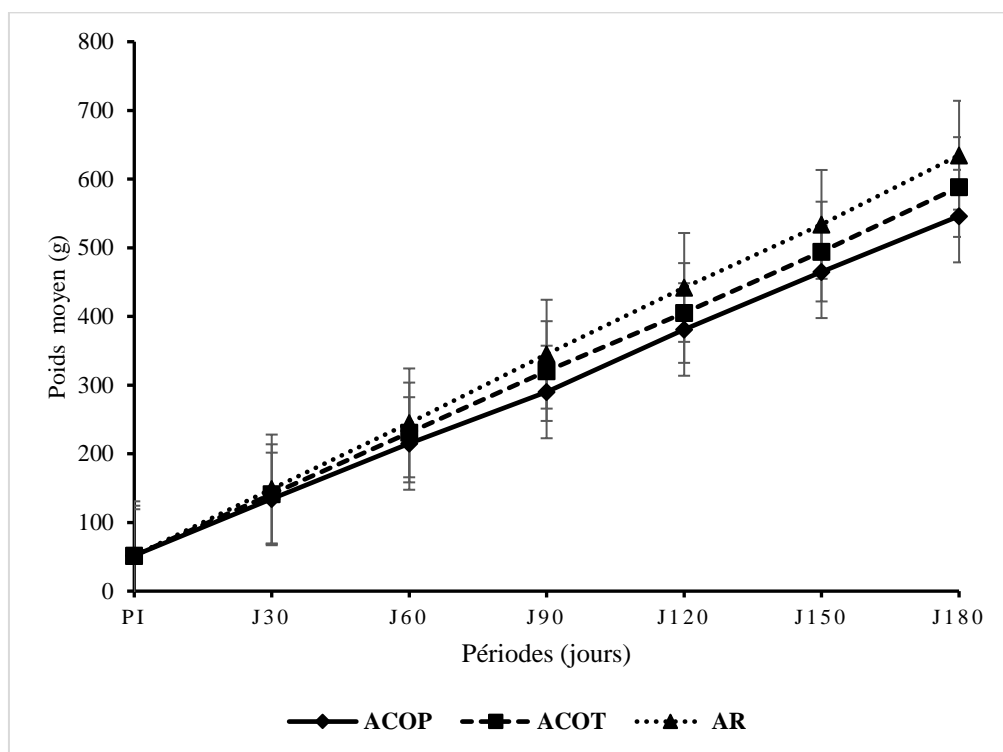
Les compositions chimiques des poissons avant et après les essais sont présentées dans le Tableau 3. A l'exception des teneurs en cendre, les teneurs des autres paramètres (matière sèche, protéines brutes et lipides) des poissons en fin d'expérience ont été supérieures à celles de l'état initial avec tous les aliments. En fin d'expérience, la teneur en matière sèche a varié de 24,85% (AR) à 25,1% (ACOT). Les protéines brutes ont été comprises entre 70,18% (ACOP) à 71,49% (AR) puis, la cendre de 23,71% (ACOP) et 24,8% (AR). Toutefois, ces valeurs ont varié faiblement ($p > 0,05$) d'un traitement alimentaire à l'autre. En revanche, contrairement à ces variables, l'analyse a montré que les poissons nourris avec les

aliments locaux (ACOP et ACOT) ont eu des teneurs en lipide (6,1% et 8,9% respectivement) inférieures à celle (10%) observée chez les poissons ayant reçu l'aliment importé (référence AR).

Evaluation économique

Les résultats des paramètres de charge financière liée à l'alimentation sont résumés dans le Tableau 2. Les coûts respectifs d'un kilogramme des aliments locaux ACOP et ACOT sont de 237 F CFA et 236 F CFA contre

1000 F CFA pour l'aliment importé (AR). Comparées à l'aliment importé (AR), les valeurs observées ont généré un taux de réduction d'environ 76%. Pour ce qui concerne les coûts d'alimentation par unité de prise de poids, les valeurs calculées sont respectivement de 573 F CFA, 524 F CFA et 2066 F CFA pour les aliments ACOP, ACOT et AR. L'utilisation des aliments locaux génère des taux de réduction respectifs de 72% et 75% pour ACOP et ACOT.



ACOT : Tourteaux de coprah et soja, sons de riz et blé, huile végétale, sel de cuisine, farine de coquille et de prémix ; ACOP : Tourteaux de coton et soja, sons de riz et blé, huile végétale, sel de cuisine, farine de coquille et de prémix ; (AR) : indiqué par le fabricant industriel a été constitué essentiellement de blé, tourteau de soja, tourteau de colza, huile de colza, protéine animale hydrolysée, farine et huile de poisson, de gluten et mélange vitaminique. NB : Les barres verticales indiquent les écart-types.

Figure 2 : Evolution de la croissance des poissons par régime alimentaire en fonction du temps.

Tableau 2 : Paramètres d'élevage et d'évaluation de coût d'alimentation chez *Oreochromis niloticus* soumis à trois traitements alimentaires.

Paramètres	Traitement alimentaire		
	ACOP	ACOT	Régime de référence (AR)
Poids moyen initial : Pmi (g)	51,85 ± 1,16 ^a	51,72 ± 1,05 ^a	51,5 ± 0,85 ^a
Poids moyen final : Pmf (g)	546,11 ± 50,49 ^a	588,41 ± 48,62 ^b	634,72 ± 86,42 ^c
Gain de poids : GP (g)	494,26 ± 50,19 ^a	536,69 ± 48,45 ^b	583,22 ± 86,15 ^c
Gain de poids quotidien : GPj (g/j)	2,74 ± 0,28 ^a	2,98 ± 0,27 ^b	3,24 ± 0,48 ^c
Taux de croissance spécifique : TCS (%/jour)	1,31 ± 0,05 ^a	1,35 ± 0,05 ^b	1,39 ± 0,07 ^c
Indice de conversion alimentaire : IC	2,42 ± 0,32 ^a	2,22 ± 0,24 ^b	2,06 ± 0,30 ^c
Coefficient d'efficacité protéique : CEP	1,55 ± 0,21 ^a	1,56 ± 0,18 ^a	1,69 ± 0,2 ^b
Taux de survie : Ts (%)	81 ^a	80 ^a	78 ^a
Rendement : Rdt (kg/ha/an)	16200 ^a	17422 ^b	18442 ^c
Coût de l'aliment (F CFA / kg)	237	236	1000
Taux de réduction du coût des aliments par rapport à AR (%)	76	76	-
Coût financier lié à l'alimentation par unité de prise de poids (F CFA/ kg gain de poids)	573	524	2066
Taux de réduction du coût d'alimentation par unité de gain de poids par rapport à AR (%)	72	75	-

Les résultats ont été exprimés en : Moyenne ± ECT (écart type) de trois répétitions et de deux cycles de production. Sur chaque ligne, les valeurs (Moyennes ± ECT), affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes (P < 0,05). Sur chaque ligne, les valeurs (Moyennes ± ECT), portant au moins une même lettre en commun, ne sont pas significativement différentes (P > 0,05) ; **ACOT** : Tourteaux de coprah et soja, sons de riz et blé, huile végétale, sel de cuisine, farine de coquille et de prémix ; **ACOP** : Tourteaux de coton et soja, sons de riz et blé, huile végétale, sel de cuisine, farine de coquille et de prémix ; **(AR)** : indiqué par le fabricant industriel a été constitué essentiellement de blé, tourteau de soja, tourteau de colza, huile de colza, protéine animale hydrolysée, farine et huile de poisson, de gluten et mélange vitaminique. NB : - = Néant.

Tableau 3 : Composition chimique des poissons en début et fin d'expérience.

Composition de carcasse	Etat final (traitements alimentaires)			Etat initial
	ACOP	ACOT	AR	
Matière sèche (MS (%))	25 ^a	25,1 ^a	24,85 ^a	20,73
Protéine brute (%MS)	70,18 ^a	70,25 ^a	71,49 ^a	66,69
Lipide (%MS)	6,1 ^a	8,9 ^b	10,0 ^b	2,4
Cendre (%)	23,71 ^a	23,80 ^a	24,80 ^a	27,18

ACOT : Tourteaux de coprah et soja, sons de riz et blé, huile végétale, sel de cuisine, farine de coquille et de prémix ; **ACOP** : Tourteaux de coton et soja, sons de riz et blé, huile végétale, sel de cuisine, farine de coquille et de prémix ; **(AR)** : indiqué par le fabricant industriel a été constitué essentiellement de blé, tourteau de soja, tourteau de colza, huile de colza, protéine animale hydrolysée, farine et huile de poisson, de gluten et mélange vitaminique. Sur chaque ligne, les valeurs affectées par des lettres différentes, sont significativement différentes (p < 0,05) et celles portant au moins une lettre en commun ne sont pas significativement différentes (p > 0,05).

DISCUSSION

Tous les paramètres de qualité de l'eau pris en compte sont dans la fourchette des valeurs recommandées (pH : 6 à 9, oxygène dissous ≥ 3 mg/L et température ≥ 25 C) pour la pisciculture tropicale (Ross, 2000). Dans l'ensemble, les différents paramètres de qualité de l'eau étudiés (température, oxygène dissous, pH et transparence) ne diffèrent pas (ANOVA 2 ; $p > 0,05$) d'une structure à une autre et d'un traitement alimentaire à un autre. Ceci permet de nous assurer que les conditions de milieu ne changent pas fondamentalement sous l'influence des traitements alimentaires appliqués. Les différences observées dans les performances zootechniques entre les lots pourraient donc être attribuées à la performance des aliments expérimentaux.

Dans l'ensemble, l'aliment importé (servant de référence : AR) a offert au tilapia *Oreochromis niloticus* des performances zootechniques significativement meilleures ($p < 0,05$) que celles obtenues avec les aliments locaux extrudés (ACOT et ACP). De même, au niveau des aliments locaux, les performances de croissance enregistrées avec l'aliment contenant le tourteau de coton (ACOT) sont significativement plus élevées ($p < 0,05$) que celles obtenues avec le régime contenant le tourteau de coprah (ACOP). Ces résultats observés résulteraient de la nature des ingrédients utilisés et de la qualité nutritionnelle des aliments administrés aux poissons. L'écart de performances zootechniques observé entre l'aliment importé et les aliments locaux pourrait s'expliquer par les teneurs en protéines relativement plus faibles des aliments locaux et donc des faibles quantités de protéines ingérées par les poissons nourris avec ces aliments locaux (ACOT et ACOP). Les résultats obtenus corroborent ceux des travaux réalisés sur le cobia par Zhao et al. (2007) et sur le *Clarias gariepinus* par Elegbe et al. (2015).

Les différences de performances de croissance constatées entre les trois traitements alimentaires (AR, ACOT et ACOP) pourraient provenir du déséquilibre entre l'arginine et la lysine, des teneurs en fibre, des taux de lipide et de la valeur énergétique des différents aliments expérimentaux. En effet, les besoins alimentaires en arginine et lysine (en % de

protéine) du tilapia *Oreochromis niloticus* sont estimés respectivement à 4,2% et 5,12% (NRC, 2011), soit un ratio arginine/lysine optimal de 0,82. Cependant, vu la composition bromatologique des aliments expérimentaux, l'aliment importé servant de référence (AR) contient 5,9% d'arginine et 4,85% de lysine, soit un ratio arginine/lysine de 1,22. Quant aux aliments locaux ACOT (contenant le tourteau de coton) et ACOP (contenant le tourteau de coprah), ils renferment respectivement 4,61% et 3,90% de lysine, puis 7,73% et 9,39% d'arginine, soit des ratios arginine/lysine respectifs de 1,68 et 2,41. De ce qui précède, les meilleures performances obtenues avec l'aliment importé AR suivi de ACOT pourraient donc être liées à leurs ratio arginine/lysine respectifs de 1,22 et 1,68 plus proches de l'optimal (arginine/lysine ; 0,82) défini par NRC (2011) pour *O. niloticus*. Ce constat corrobore les observations faites par Green et Hardy (2002). Ces auteurs ont rapporté qu'un régime alimentaire pauvre en lysine et beaucoup riche en arginine réduit la synthèse protéique et entraîne une baisse de performance des aliments. De même, Médale et Kaushik (2008) ont rapporté que lorsque l'apport alimentaire en acides aminés indispensables ne répond pas parfaitement aux besoins de l'animal, le catabolisme azoté augmente, la rétention protéique est réduite et donc la croissance est ralentie. Les résultats obtenus confirment ceux des travaux réalisés sur le *Labeo rohita* (Abidi et Khan, 2009) et *Rachycentron canadum* (Ren et al., 2014).

Pour ce qui concerne la teneur en fibre des aliments, il est à remarquer que AR, ACOT et ACOP contiennent des teneurs respectives de 4%, 8,12% et 9,83% de fibre. Inversement, les performances zootechniques obtenues décroissent de la faible teneur en fibre (4% pour AR) à la forte teneur en fibre (9,83% pour ACOP). Ces observations corroborent celles de Francis et al. (2001) et NRC (2011) qui soulignent que les taux de fibres élevés dans les aliments réduisent l'efficacité digestive et l'assimilation des nutriments conduisant ainsi à un ralentissement de la croissance des poissons. Au regard des informations susmentionnées, les teneurs en fibre contenues dans les régimes pourraient être à l'origine des écarts de performances observés entre les

traitements alimentaires. Les résultats de cette étude sont en adéquation avec ceux des travaux réalisés par Gümüs et İ̇kiz (2009) sur la truite-arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*.

Relativement aux lipides, les trois régimes ACOP, ACOT et AR contiennent respectivement 5,46%, 8,66% et 9% de lipide. Or, les meilleures performances de croissance ont été obtenues avec l'aliment importé (AR), suivi du régime ACOT (contenant le tourteau de coton). Ce qui suggère que cet écart de croissance observé entre les trois traitements alimentaires pourrait être également lié à la teneur des lipides des aliments. Ces observations corroborent celles de Médale et Kaushik (2008) qui soulignent que l'augmentation de la teneur de lipides dans les aliments fournit beaucoup d'énergie et permet aux protéines d'être utilisées efficacement pour la croissance du poisson. Cet effet d'épargne protéique par l'augmentation du taux de lipides de l'aliment a été déjà confirmé chez les salmonidés (Boujard et al. 2004). En outre, des résultats semblables ont également été rapportés par Ghanawi et al. (2011) chez le poisson-lapin *Siganus rivulatus*.

Au niveau des deux aliments locaux, l'écart de performances de croissance observé entre ACOT et ACOP pourrait provenir des tourteaux de coton et de coprah. En effet, ces deux sous-produits qui discriminent fondamentalement les deux aliments locaux n'ont pas la même qualité nutritionnelle. Selon Sauvant et al. (2004), les coefficients de digestibilité protéique et de matière organique du tourteau de coton sont respectivement de 93% et 74% contre 71% et 58% pour le tourteau de coprah. Ce qui suggère que l'aliment contenant le tourteau de coton (ACOT) serait plus digeste et assimilable et contribuerait mieux à favoriser la croissance chez les poissons par rapport au régime ACOP contenant le tourteau de coprah. Les valeurs de l'indice de conversion alimentaire (IC ; 2,22) et du coefficient d'efficacité protéique (CEP ; 1,56) obtenues avec l'aliment ACOT témoignent bien que cet aliment est le plus digeste et assimilable par les poissons que ACOP dont les valeurs respectives de l'indice de conversion alimentaires et du coefficient d'efficacité protéique sont de 2,42 et 1,55.

Pour ce qui est de la survie, les taux enregistrés (81% à 83,5%) sont satisfaisants. Ces taux sont proches de ceux obtenus (89,5 à 93,5%) par Bamba et al. (2014). Les croissances journalières obtenues (G_{pj}) ont varié de $2,74 \pm 0,28$ g/j (ACOP) à $3,24 \pm 0,48$ g/j (AR). Ces croissances moyennes quotidiennes sont supérieures à celles rapportées par Dibala et al. (2018) ($1,31$ g/j à $0,99$ g/j) et Bamba et al. (2014) ($1,53 \pm 0,32$ à $1,94 \pm 30$) obtenues au cours des essais réalisés sur *O. niloticus*. La différence observée entre ces croissances moyennes quotidiennes pourrait être en relation avec l'extrusion des aliments. Contrairement à cette étude, les aliments fournis aux poissons dans les études antérieures étaient non extrudés. En effet, il est avéré que la technique d'extrusion améliore la digestibilité des aliments, ainsi que la disponibilité et la convertibilité des aliments et nutriments (Médale et Kaushik, 2008 ; Feng et Lee, 2014 ; Sarr et al., 2015).

Pour ce qui concerne les indices de conversion alimentaires (IC), les présents résultats ($2,06 \pm 0,30$ à $2,42 \pm 0,32$) sont relativement meilleurs que ceux rapportés par Bamba et al. (2014) ($2,22 \pm 0,1$ à $2,88 \pm 0,27$) et Dibala et al. (2018) ($2,71$ à $3,03$). Cette différence pourrait être liée à la perte d'une partie de la ration alimentaire qui n'est pas consommée par les poissons, et cela du fait du caractère coulant des régimes non extrudés. Des résultats similaires ont été rapportés par Brou et al. (2020), Elegbe et al. (2015) et Sarr et al. (2015).

L'analyse de la composition chimique des poissons nourris avec les aliments expérimentaux montre une faible variation des teneurs en protéines brutes et cendre entre les lots issus des différents traitements. Des résultats similaires ont été rapportés chez *Oreochromis niloticus* (Soltan et al., 2008). En revanche, les teneurs en lipides chez les poissons nourris avec les aliments locaux (ACOP et ACOT) formulés à base de sous-produits agricoles sont dans l'ensemble inférieures ($P < 0,05$) à celle observée chez les lots nourris avec l'aliment de référence AR. Cet écart pourrait être lié à la teneur en lipides alimentaires (Veiverberg et al., 2010). En effet, Médale et Kaushik (2008) ont rapporté que l'augmentation du taux de lipides des aliments

conduit à un accroissement des teneurs en lipides tissulaires. Des résultats similaires ont été rapportés par Goda et al. (2007) chez *Sarotherodon galilaeus*.

Pour ce qui est de la rentabilité économique, les analyses des différentes charges montrent que l'emploi des aliments locaux extrudés ACOP et ACOT permet une réduction des coûts de revient d'un kilogramme par un taux de 76%. En outre, l'utilisation de ces aliments locaux (ACOP et ACOT) ont généré une réduction de coûts de production par unité de gain de poids par des taux respectifs de 72% et 75% comparé à l'aliment de référence AR. Les résultats de ce travail confirment ceux des travaux de Bamba et al. (2014).

Conclusion

Les résultats de cette étude montrent que les aliments locaux extrudés ont des performances proches de celle de l'aliment importé (Le Gouessant). L'analyse financière révèle des taux de réduction du coût de production par rapport à l'aliment de référence (AR) de 72% et 75% respectivement pour ACOP et ACOT. Toutefois, l'aliment extrudé importé caractérisé par son meilleur ratio arginine/lysine est celui qui offre à *Oreochromis niloticus* les meilleures performances de croissance, suivi de l'aliment local extrudé (ACOT) contenant le tourteau de coton. Considérant que le coût de production de l'aliment est le principal coût de production en pisciculture semi-intensive et intensive, l'utilisation des régimes locaux peut être justifiée par les économies résultant de leur efficacité alimentaire. En cas d'indisponibilité ou de coût excessif de l'aliment industriel, ces aliments locaux peuvent donc le substituer et répondre aux besoins des pisciculteurs. Tout cela passe par une efficacité technique et professionnelle au niveau de la maîtrise de la formulation des aliments.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Les co-auteurs KRN, YB et KJ-LB ont participé à la conception de la thématique, à la conduite de l'expérience, l'analyse des

données, l'interprétation des données, la rédaction de l'article, la lecture et la correction de l'article. De même, les coauteurs AO et GG ont participé à la lecture et à la correction de l'article de l'article.

REMERCIEMENTS

Nous remercions infiniment Monsieur Mr. Jacques SERVANT, Propriétaire de la Société Agro-Piscicole de la Mé (SAP de la Mé), le Fonds Interprofessionnel pour la Recherche et le Conseil Agricoles (FIRCA) et de l'Agence Française de Développement (AFD) pour le cofinancement de cette étude et leur appui logistique. Nous exprimons notre reconnaissance au Père Barnabé Kpéhéléfopé BAKARY, Directeur de la SAP de la Mé et l'ensemble du personnel de SAP Mé pour leur assistance pendant la collecte des données.

REFERENCES

- Abidi SF, Khan MA. 2009. Dietary arginine requirement of fingerling Indian major carp, *Labeo rohita* (Hamilton) based on growth, nutrient retention efficiencies, RNA /DNA ratio and body composition. *J. Appl. Ichthyol.*, **25**: 707-714. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2009.01270.x>
- Amian AF, Wandan EN, Blé MC, Vanga AF, Kaudjhis JA. 2017. Etude des déterminants socioéconomiques et techniques de la pisciculture extensive en Côte d'Ivoire. *Eur. Sci. J.*, **13**(6): 389-409. DOI: <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n6p389>
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2003. *Official Methods of Analysis*, (17th Edn), 2nd Revision. AOAC: Gaithersburg, U.S.A.
- Bamba Y, Ouattara N, Ouattara S, Ouattara A, Gourène G. 2014. Effect of diets containing cocoa bean shell and coconut oil cake on the growth of *Oreochromis niloticus* (LINNE, 1758) in pond. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **8**(4): 1368-1380. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v8i4.2>
- Bamba Y, Ouattara S, Ouattara N, Doumbia L, Ouattara A, Da Costa KS, Gourène G. 2017. incorporation du coprah et des cuticules de cacao et d'arachide dans

- l'aliment du tilapia du nil (*Oreochromis niloticus*, linné, 1758) élevé en étang : effet sur la croissance et la composition biochimique. *Agron. Afr.*, **29**(2): 1–14. file:///C:/Users/UNA/Downloads/164504-Article%20Text-424986-1-10-20180109%20(5).pdf
- Boujard T, Vallee F, Vachot C. 2004. Évaluation des rejets d'origine nutritionnelle de truiticultures par la méthode des bilans, comparaison avec les flux sortants. *INRA Infodoc*, **26**: 32-34. <https://hal.inrae.fr/hal-02680016>
- Brou KJ, N'zué KR, Oswald M, Bamba Y. 2020. Effets des régimes extrudés contenant du son de riz et du son de blé sur les performances de croissance du tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) élevé en enclos. *Afrique SCIENCE*, **17**(6): 264-281. <http://www.afriquescience.net/PDF/17/6/19.pdf>
- Chevanan N, Rosantrator KA, Muthukumarappan K. 2005. Utilization of distillers dried grains for fish feeds by extrusion technology. *ASABE*, **056025**: 1-20. DOI: 10.13031/2013.19550
- Coulibaly S, Bonhoulou R, Ossey YB, Atse BC. 2019. Etude comparative de la commercialisation et la consommation du tilapia élevé en Côte d'Ivoire et importé de la Chine. *Agron. Afr.*, **8**(1): 17-22. <https://www.ajol.info/index.php/aga/article/view/192401>
- Dibala CI, Yougbaré MC, Konaté K, Coulibaly ND, Dicko MH. 2018. Production du tilapia du Nil (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus, 1758) avec des aliments à base de protéines végétales. *J. Appl. Biosci.*, **128**: 12943-12952. DOI : <https://dx.doi.org/10.4314/jab.v128i1.7>
- Elegbe HA, Toko II, Agbohessi P, Ble C, Banag A, Chikou A, Laleye P. 2015. Co-culture *Clarias gariepinus-Oreochromis niloticus* : quels avantages pour l'amélioration des performances zootechniques et économiques des poissons élevés dans les « whedos » du delta de l'Ouémé au Bénin?. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **9**(4): 1937-1949. DOI : <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i4.19>
- FAO, 2018. La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Atteindre les objectifs de développement durable. Document de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, p. 254.
- Feng Y, Lee Y. 2014. Effect of Specific Mechanical Energy on In-Vitro Digestion and Physical Properties of Extruded Rice-Based Snacks. *Food Nutr. Sci.*, **5**(19): 1818-1827. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/fns.2014.519196>
- Fiogbe ED, Akitikpa B, Accodji JM. 2009. Essais de mise au point de formules alimentaires à base d'azolla (*Azolla microphylla kaulf*) et de sous-produits locaux pour la pisciculture rurale du tilapia *Oreochromis niloticus* L. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **3**(2): 398-405. DOI: 10.4314/ijbcs.v3i2.44511
- Francis G, Makkar HP, Becker K. 2001. Antinutritional factors present in plant-derived alternate fish feed ingredients and their effects in fish. *Aquaculture*, **199**(3-4): 197-227. DOI : [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(01\)00526-9](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00526-9)
- Ghanawi J, Roy L, Davis DA, Saoud IP. 2011. Effects of dietary lipid levels on growth performance of marbled spine foot rabbit fish *Siganus rivulatus*. *Aquaculture*, **310**(3-4): 395-400. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2010.11.012>
- Goda AM, Wafa ME, El-Haroun ER, Kabir Chowdhury MA. 2007. Growth performance and feed utilization of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) and tilapia *galilae Sarotherodon galilaeus* (Linnaeus 1758) fingerlings fed plant protein-based diets. *Aquaculture*, **38**(8): 827-837. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2007.01731.x>
- Green JA, Hardy RW. 2002. The optimum dietary essential amino acid pattern for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), to maximize nitrogen retention and minimize nitrogen excretion. *Fish Physiol. Biochem.*, **27**(1): 97-108. DOI:

- <https://doi.org/10.1023/B:FISH.0000021878.81647.6e>
- Gumus E, Ikiz R. 2009. Effect of dietary levels of lipid and carbohydrate on growth performance, chemical contents and digestibility in rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* Walbaum, 1792. *Pak. Vet. J.* (Pakistan), **29**(2): 59-63. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=PK2009000872>
- Médale F, Kaushik S. 2008. Evolution des recherches en nutrition piscicole à l'INRA : substitution des produits d'origine marine dans l'alimentation des poissons d'élevage. *INRA Prod. Anim.*, **21**(1): 87-94. DOI : <https://doi.org/10.20870/productions-animales.2008.21.1.3379>
- MIRAH (Ministère des Ressources Animales et Halieutiques). 2014.. Plan Stratégique de Développement de l'Élevage, de la Pêche et de l'Aquaculture en Côte d'Ivoire (PSDEPA 2014-2020), Tome I : Diagnostic – Stratégie de développement – Orientations, p. 102.
- NRC (National Research Council). 2011. *Nutrient requirements of fish and shrimp*. Natl. Washington DC, USA, Academie. Press, p. 392.
- Oswald, Mikolasek M. 2016. Etude de la dépendance en taille des propriétés physiques des composés à transition de spin. Doctoral dissertation, Université Paul Sabatier-Toulouse III, Toulouse, p. 203.
- Ren M, Ai Q, Mai K. 2014. Dietary arginine requirement of juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquac. Res.*, **45**(2): 225–233. DOI : <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03218.x>
- Ross LG. 2000. Environmental physiology and energetics. In *Tilapias: Biology and Exploitation*, Beveridge MCM, McAndrew BJ (eds). Kluwer Academic Publishers: Great Britain; 89-128.
- Sarr SM, Thiam A, Sene M, Ndiaye M. 2015. Production d'alevins de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) avec 3 aliments à base de sous-produits agro-industriels au Nord du Sénégal. *Int. J. Biol. Chem. Scien.*, **9**(5): 2598-2606. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v9i5.29>
- Sauvant D, Perez J-M, Tran G. 2004. Tables de composition et de valeur nutritive des matières premières destinées aux animaux d'élevage (Porcs, volailles, ovins, caprins, lapins, chevaux, poissons). INRA 2è Edition, Paris, p. 301.
- Sodjinou E, Almeida AM, Mensah GA, Hessavi P, Adjile A, Chikou A, Ahounenou J, Mongbo RL, Houssou P, Adegbola PY. 2016. Aliments, ressources alimentaires et pratiques de nourrissage dans les exploitations piscicoles du Sud-Bénin. Institut National des Recherches Agricoles du Bénin, Bibliothèque Nationale, Porto-Novu, p. 50.
- Soltan M, Fath El-B A. 2008. Effect of dietary replacement of fish meal by mixture of different plant protein sources on growth performance and some blood parameters of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Egypt. J. Aquat. Biol. Fish.*, **12**(2): 1-16. DOI: 10.21608/ejabf.2008.1988
- Veiverberg CA, Radünz-Neto J, Silva LP, Sutili FJ, Rossato S, Corrêia V. 2010. Teores de proteína bruta em dietas práticas para juvenis de carpa capim. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, **62**: 1241-1249. DOI : <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000500029>
- Yao HA, Koumi RA, Nobah CK, Atse CB, Kouamelan PE. 2016. Evaluation de la compétitivité des systèmes piscicoles pratiqués en Côte d'Ivoire : gestion, alimentation et production. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **10**(3): 1086-1097. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v10i3.15>
- Zhao HX, Cao JM, Wu JK, Tan YG, Zhou M, Liang HO, Yang DW. 2007. Studies of arginine requirement for juvenile cobia. *J. South China Agric. Univ.*, **28**(4): 87-90. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03218.x>